

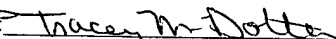


PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

| | | | |
|-------------|----------------------------|-----------------|------------|
| Applicant: | MAKINEN et al. | Examiner: | Unassigned |
| Serial No.: | 10/699,431 | Group Art Unit: | 2644 |
| Filed: | October 30, 2003 | Docket No.: | KOLS.062PA |
| Title: | VARIABLE RATE SPEECH CODEC | | |

CERTIFICATE UNDER 37 CFR 1.8: The undersigned hereby certifies that this correspondence and the papers, as described hereinabove, are being deposited in the United States Postal Service, as first class mail, in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on February 23, 2004.

By: 
Tracey M. Dotter

SUBMISSION OF PRIORITY APPLICATION UNDER 35 U.S.C. § 119(b)(3)
and 37 C.F.R. § 1.55(a)(2)

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

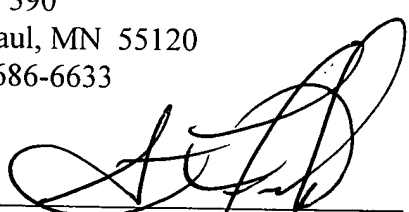
In accordance with 35 U.S.C. §119(b)(3) and 37 C.F.R. §1.55(a)(2), the Applicant hereby submits a certified copy of the foreign application, Finnish Application No. 20021936, filed on 31 October 2002, to which the instant application claims priority.

If there are any questions regarding this communication, please contact the undersigned attorney of record.

Respectfully submitted,

Crawford Maunu PLLC
1270 Northland Drive
Suite 390
St. Paul, MN 55120
651/686-6633

Dated: February 22, 2004

By: 
Steven R. Funk
Reg. No.: 37,830

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 1.10.2003

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT

Hakija
Applicant

Nokia Corporation
Helsinki

Patenttihakemus nro
Patent application no

20021936

Tekemispäivä
Filing date

31.10.2002

Kansainvälinen luokka
International class

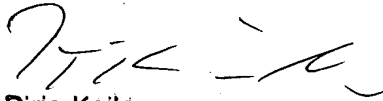
G10L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 50 EUR
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki

Keksinnön ala

Nyt esillä oleva keksintö liittyy puhekoodaukseen, erityisesti vaihtuvanopeuksisen puhekoodauksen suorittamiseen.

5 Keksinnön tausta

Langattomassa digitaalisessa tiedonsiirrossa analoginen puheinformaatio tulee ennen lähetystä koodata digitaaliseen muotoon ja sen jälkeen varmentaa kanavakoodauksella, jotta voidaan varmistaa riittävän hyvä äänen laatu signaalia vastaanotettaessa. Esimerkiksi GSM-järjestelmässä on ollut
10 käytössä kaksi täydennopeuden puhekoodekkia ja yksi puolennopeuden puhekoodekki. Täydennopeuden puhekoodekkien ulostulobittinopeudet ovat joko 13 tai 12,2 kbit/s, kun taas puolennopeuden puhekoodekki tuottaa 5,6 kbit/s ulostulonopeuden. Nämä koodattuja puheparametreja kuvaavat ulostulobitit syötetään kanavakooderille. Perinteiset GSM-koodekit toimivat kiinteällä jaolla
15 puhe- ja kanavakoodauksen bittinopeuksien välillä, riippumatta kanavan laatu-
tasosta. Tämä halutun puheen laadun ja toisaalta järjestelmän kapasiteetin optimoinnin suhteen melko joustamaton lähestymistapa on johtanut AMR-koodekin (Adaptive Multi-Rate) kehittämiseen.

AMR-koodekki sovittaa puhe- ja kanavakoodauksen bittinopeuksien
20 jaon kanavan laadun suhteen, jotta varmistettaisiin paras mahdollinen puheen laatu kokonaisuudessaan. AMR-koodekista on kehitetty ensin erityisesti GSM-järjestelmään sopiva kapeakaistainen koodekki (AMR-NB, Narrowband) ja myöhemmin erityisesti, muttei yksinomaan kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmiin sopiva laajakaistainen koodekki (AMR-WB, Wideband). AMR-
25 puhekooderi on moninopeuksinen integroitu puhekoodekki, jonka kapeakaistaisessa versiossa AMR-NB on audionäytteille kahdeksan bittinopeutta välillä 4.75 – 12.2 kbit/s ja matalanopeuksinen taustakohinan koodausmoodi (DTX), ja vastaavasti laajakaistaisessa versiossa AMR-WB on audionäytteille yhdeksän bittinopeutta välillä 6.6 – 23.85 kbit/s sekä myös matalanopeuksinen taustakohinan koodausmoodi.
30

Kapeakaistaista koodekkia AMR-NB käyttävien päätelaitteiden, kuten GSM-matkaviestimien, tulee tukea kaikkia kahdeksaa bittinopeutta eli koodekkimoodia. Jokaisen solun tukiasema tukee kuitenkin vain osaa näistä koodekkimoodista eli ns. aktiivista koodekkimoodijoukkoa, joka voi siis vaihdella
35 solusta toiseen siirryttäessä. Vastaavasti myös laajakaistaista koodekkia AMR-

WB käyttävien päätelaitteiden tulee tukea kaikkia yhdeksää koodekkimoodia, mutta tukiasemat tukevat vain osaa näistä.

AMR-koodekkia käyttävissä järjestelmissä käytettävä koodekkimoodi valitaan siis siten, että pyritään optimoimaan kanavanlaatua. Tunnetaan myös järjestelmiä, kuten IS-95-järjestelmä, joissa käytettävä puhekoodekkimoodi valitaan kaikista moodeista puheenlaatatiedon perusteella. Puheenlaattaa arvioidaan jatkuvasti puhelun aikana tiettyjen parametriarvojen avulla, ja jos parametriarvot ylittävät ennalta määritetyt raja-arvot, vaihdetaan koodekkimoodia moodinvalinta-algoritmin mukaisesti. Tällaisella puheenlaatatietoon perustuvalla koodekkimoodin valinnalla pystyttäisiin myös AMR-koodekissa saavuttamaan ainakin joissakin tilanteissa vielä nykyistä tehokkaampi puheen kompressio.

Tällöin ongelmaksi muodostuu edellä kuvattu aktiivisten koodekkimoodien vaihtuminen, esimerkiksi siirryttäessä solusta toiseen tai johtuen solukohtaisesta koodekkimoodijoukon vaihtumisesta. Päätelaitteen moodinvalinta-algoritmi saattaa ohjata käytettäväksi koodekkimoodia, jota kyseisen solun tukiasema ei tue. Tämä johtaa joko puheen laadun heikkenemiseen tai interferenssiin päätelaitteiden välillä, kun päätelaitteiden bittinopeus säilyy liian suurena. Näin ollen koko järjestelmän laajuisen moodinvalinta-algoritmin käyttäminen on tällaisessa tilanteessa mahdotonta.

Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on saada aikaan parannettu menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto ainakin joidenkin yllä mainittujen ongelmien välttämiseksi. Keksinnön tavoitteet saavutetaan menetelmällä ja laitteistolla, joille on tunnusomaista se, mitä sanotaan itsenäisissä vaatimuksissa.

Keksinnön edulliset suoritusmuodot on kuvattu epäitsenäisissä vaatimuksissa.

Keksintö perustuu ajatukselle, jonka mukaan puhekoodekissa, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimoo-deja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, suoritetaan vaihtuvanopeuksinen puhekoodaus siten, että tietoliikenneverkosta vastaanotetaan tieto tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta, johon vasteena ne puhekoodekin tukemat puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, aktivoidaan. Tämän jälkeen puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit koodataan mainituilla aktivoiduilla puhekoodekkimoo-deilla siten, että puhesignaalien käsittämille pu-

hekehyksille sovitetaan olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

Näin moodinvalinta-algoritmissa edullisesti huomioidaan kulloinkin
 5 käytössä olevat, verkon tukemat koodekkimoodit, jolloin koodekkimoodin valinnassa haetaan optimaalista sovutusta siten, että verkon asettamaa kanavan keskimääräistä bittinopeutta ei ylitetä ja samanaikaisesti pyritään minimoimaan puhekoodauksen bittinopeus. Tällä saavutetaan se etu, että varmistetaan puhekoodekin käyttöön sellainen koodekkimoodi, jota kyseisen solun tukiasema
 10 tukee ja samalla kasvatetaan verkon kapasiteettia ja pienennetään keskimääräistä lähetystehoa edelleen kuitenkin säilyttäen riittävä puheen laatu dekodatulle puhesignaaliille.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot ovat adaptiivisia siten, että vasteena sille, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet ja/tai
 15 aktiivinen koodekkimoodijoukko muuttuvat, puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot sovitetaan vastaamaan uusia tietoliikenneverkon kanavaolosuhteita ja/tai aktiivista koodekkimoodijoukkoa. Täten keksinnön mukaisessa menettelyssä otetaan edullisesti huomioon aktiivisen
 20 koodekkimoodin muuttuminen esimerkiksi siirryttäessä solusta toiseen tai johtuen solukohtaisesta koodekkimoodijoukon vaihtumisesta.

Edelleen keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus sovitetaan edullisesti tietoliikenneverkon
 25 liikennekanavalla kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen. Puhekoodauksen minimoidusta bittinopeudesta seuraa liikennekanavan keskimääräisen bittinopeuden aleneminen, mistä on erityisesti hyötyä CDMA-pohjaisissa järjestelmissä.

Keksinnön eräänä aspektina esitetään vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimoodia, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka puhekoodekki on järjestetty vastaanottamaan tietoliikenneverkosta tiedon tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta ja aktivoimaan ne puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa. Puhekoodekki on lisäksi järjestetty koodaamaan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoiduilla pu-
 30
 35

hekoodekkimoodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehyksille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

5 Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodekki käsittää välineet puhekoodekkimoodin määrittämiseksi puhekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että määritetään olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi, joka samalla olennaisesti minimoi koodauksen residuaalivirhetason, ja välineet puhekoodekkimoodin valitsemiseksi puhekehyselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, 10 että sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikennekanavalla kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.

15 Keksinnön mukainen puhekoodekki on edullisimmin toteutettavissa tietokoneohjelmalla, joka käsittää ohjelmalliset koodit edellä mainittujen toiminnallisuuksien suorittamiseksi, kun tietokoneohjelma on ladattu prosessoriin suoritusta varten.

Edellä mainittujen etujen lisäksi keksinnön mukaisella menettelyllä 20 saavutaan muitakin etuja. Eräänä etuna on, että puhekoodauksen sovitusalgoritmi voidaan toteuttaa hyvin yksinkertaisena, koska sovitusalgoritmin toiminta perustuu puhekooderin muodostamiin, valmiiksi laskettuihin parametriarvoihin. Tällöin koodausprosessin monimutkaisuus ei edullisesti merkittävästi kasva ja toisaalta koodekkimoodin valinta pystytään edullisesti suorittamaan tarkemman 25 arvion perusteella. Edelleen etuna on, että myöskään koodausprosessin tarvitseman muistin määrä ei edullisesti kasva.

Kuvioiden ja liitteiden lyhyt selostus

Keksintöä kuvataan seuraavaksi tarkemmin sen edullisten suoritusmuotojen yhteydessä viittaamalla oheisiin piirroksiin ja liitteisiin, joissa 30 kuvio 1 esittää olennaisilta osin radiojärjestelmää, jossa käytetään keksinnön mukaista puhekoodausta;

kuvio 2 havainnollistaa lohkoakaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista kooderin toiminnallista rakennetta;

kuvio 3 esittää erään esimerkin puhekoodauksen sovituksesta sa- 35 tunnaisesti valitulle puhejaksolle;

liite 1 esittää taulukonomaisesti laajakaistaisen puhekoodekin AMR-WB eri koodekkimoodien bittiallokaatiota; ja

liite 2 esittää ohjelmallisen pseudokoodin yksinkertaistetusta puhekoodauksen sovitusalgoritmista.

5 Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksintöä kuvataan seuraavaksi yksityiskohtaisemmin käyttäen 3GPP-järjestelmää eli ns. UMTS-järjestelmää keksinnön suoritusmuotojen edullisena sovelluskohteena. Keksintöä ei kuitenkaan ole rajoitettu vain 3GPP-järjestelmään, vaan sitä voidaan hyödyntää missä tahansa vastaavassa järjestelmässä, jossa puhekoodekissa käytettävää bittinopeutta pyritään optimoimaan puheenlaadun suhteen. Näin ollen keksinnön perusajatus voidaan soveltaa esimerkiksi GSM/EDGE-järjestelmiin, joissa myös tuetaan laajakaistais-
10 ta AMR-koodekkia.

Kuviossa 1 esitetään yksinkertaistettu esimerkki radiojärjestelmästä, jonka eräissä osissa sovelletaan keksinnön mukaista menettelyä. Esitetty solukkoradiojärjestelmä käsittää tukiasemaohjaimen 120, tukiasemia 110 ja joukon tilaajapäätelaitteita 100, 101. Tukiasemat 110 ja tilaajapäätelaitteet 100, 101 toimivat lähetin-vastaanottimina solukkoradiojärjestelmässä. Tilajapäätelaitteet muodostavat yhteyden toisiinsa signaaleilla, jotka kulkevat tukiaseman
15 110 kautta. Tilajapäätelaitte 100 voi olla esimerkiksi matkaviestin, joka käsittää keksinnön mukaisen puhekoodekin. Tukiasemaohjaimen 120 kanssa toiminnalliseen yhteyteen on järjestetty transkooderiyksikkö 130, joka puolestaan käsittää verkonpuoleisen puhekoodekin. Kuviossa 1 esitetty radiojärjestelmä voi olla esimerkiksi 3GPP (UMTS)-järjestelmä ja radiojärjestelmässä voidaan
20 käyttää esimerkiksi WCDMA-monipääsymenetelmää (Wideband Code Division Multiple Access). Nämä radiojärjestelmät käsittävät mainittujen elementtien lisäksi lukuisia muita elementtejä, joiden selostaminen ei kuitenkaan tässä yhteydessä ole olennaista, koska kyseisten radiojärjestelmien rakenne on alan ammattimiehelle sinänsä tunnettua.

Laajakaistainen puhekoodekki AMR-WB on jatkokehitetty GSM-järjestelmään aiemmin kehitetystä kapeakaistaisesta puhekoodekista AMR-NB. Sekä laajakaistainen että kapeakaistainen AMR-koodekki on järjestetty sovittamaan virheenkorjaustason radiokanava- ja liikenneolosuhteisiin siten, että ne pyrkivät aina valitsemaan optimaalisen kanavan ja koodekkimoodin
25 (puhe- ja kanavabittinopeudet) parhaimman mahdollisen puheen laadun saavuttamiseksi.

AMR-puhekoodekki koostuu moninopeuksisesta puhekooderista, lähdeohjatus nopeuskaaviosta, joka käsittää puheaktiivisuuden ilmaisun (VAD, Voice Activity Detection) ja taustakohinan generointijärjestelmän (DTX, Discontinuous Transmission), sekä virheenkorjausmekanismin, jolla pyritään
 5 estämään siirtotien virheiden välittyminen vastaanottajalle. Moninopeuksinen puhekoodekki on integroitu puhekoodekki, jonka kapeakaistainen versio AMR-NB käsittää kahdeksan puhekoodekkia bittinopeuksilla 12.2, 10.2, 7.95, 7.4, 6.7, 5.9, 5.15 ja 4.75 kbit/s. Laajakaistainen puhekoodekki AMR-WB puolestaan käsittää yhdeksän puhekoodekkia, joiden bittinopeudet ovat 23.85, 23.05,
 10 19.85, 18.25, 15.85, 14.25, 12.65, 8.85 ja 6.60 kbit/s.

Puhekoodekit syöttävät koodattuja puheparametreja kanavakoode-
 rille, jossa suoritetaan joukko peräkkäisiä toimenpiteitä, kuten bittien uudelle-
 leenjärjestäminen, CRC-arvon (Cyclic Redundancy Check) laskeminen osalle
 biteistä, konvoluutiokoodaus ja punktuointi. Punktuointia lukuunottamatta
 15 näiden toimenpiteiden tehtävänä on lisätä redundanssia informaatiosekvenssiin. Koodaus suoritetaan yleensä määrätyleiselle määrälle sisääntulobittejä. Suurempi koodauksen hyötysuhde saavutetaan kasvattamalla koodauksen kompleksisuutta. Lähetysviiveet ja rajoitetut laiteresurssit kuitenkin rajoittavat reaaliaikaisissa sovelluksissa käytettävissä olevaa kompleksisuutta.

20 GSM/EDGE-järjestelmän AMR-koodekeissa käytetään dynaamista jakoa puhe- ja kanavakoodauksien bittinopeuksien välillä siten, että koodekin ulostulobittinopeus kanavakoodauksen jälkeen vastaa aina käytettävän liikennekanavan standardinopeutta. Näin voidaan hyödyntää sitä tosiasiaa, että kanavakoodauksen aikaansaama suojaus riippuu suuresti kanavan laatutasosta.
 25 Kun kanavaolosuhteet ovat hyvät, voidaan käyttää alhaisempaa kanavakoodauksen bittinopeutta, mikä puolestaan mahdollistaa suuremman bittinopeuden käytön puhekoodekissa.

3GPP- (UMTS-) järjestelmässä radiorajapinnalla käytettävässä WCDMA-järjestelmässä kanavakoodauksen bittinopeus on tyypillisesti vakio
 30 koko puhelun ajan eikä sitä voida muuttaa yhtä nopeasti kuin AMR-puhekoodauksen nopeutta. Tästä syystä puhekoodekin bittinopeuden alentaminen alentaa myös liikennekanavan kokonaisbittinopeutta ja näin ollen puhekoodekin moodin adaptaatiota voidaankin käyttää järjestelmän kapasiteetin lisäämiseen.

35 AMR-koodekkien puhekoodauksen toiminta perustuu ACELP-menetelmään (Algebraic Codebook Excited Linear Prediction). Laajakaistainen

koodekki AMR-WB näytteistää puhetta 16 kHz:n taajuudella, jonka jälkeen esikäsitelty puhesignaali alinäytteistetään koodekin toimintataajuudelle 12,8 kHz. Tämä mahdollistaa siten 6,4 kHz:n kaistanleveyden dekodatulle puhesignaalille, mutta suurimmalla bittinopeudella 23.85 kbit/s toimiva koodekkimoodi käsittää myös puhesignaalin jälkikäsitteilytoimintoja, joiden avulla puhesignaalille voidaan määrittää ylemmän taajuuskaistan (6,4 – 7 kHz) väritetty satunnaiskohinakomponentti, joka kasvattaa käytettävän kaistanleveyden 7 kHz:iin. Puhekooderin ulostulobittivirta koostuu siten koodatuista puheparametreista, jotka ovat tyypillisiä ACELP-kooderin parametreja. Näitä ovat

- 10 - spektrin sisältöä kuvaavat ja suodattimien lyhytkestoisia kertoimia määrittävät LPC-parametrit (Linear Predictive Coding), jotka on kvantisoitu ISP-tasossa (Immitance Spectral Pair);
- puheen jaksollista rakennetta kuvaavat LTP-parametrit (Long Term Prediction);
- 15 - lineaaristen ennusteiden jälkeinen ACELP-herätesignaali (excitation);
- signaalin vahvistus;
- laajennetun ylemmän taajuuskaistan vahvistusparametri (käytetään vain suurimman bittinopeuden koodekissa).

20 Nämä puheparametrit välitetään kanavakoodattuina dekooderille, joka purkaa kanavakoodauksen ja dekoodaa puheparametrit, muodostaen näin vastaanottimessa toistettavan audiosignaalin. Koodattujen puheparametrien mukana dekooderille välitetään myös tieto kulloinkin käytettävästä koodekkimoodista, koska LPC- ja LTP-parametrien sekä signaalin vahvistuksen dekodaus riippuu käytettävästä koodekkimoodista. Lisäksi välitetään puheaktiivisuuden ilmaisun (VAD) määrittelevä tieto, jonka avulla voidaan parantaa virheenkätkentämekanismin toimintaa dekooderissa.

Liitteen 1 mukaisessa taulukossa kuvataan laajakaistaisen puhekoodekin AMR-WB eri koodekkimoodien bittiallokaatiota edellä mainittujen parametrien suhteen yhdelle 20 ms:n puhekehykselle. Koodausta varten 20 ms:n puhekehys jaetaan neljäksi 5 ms:n alikehykseksi. Tärkeimmiksi eli luokan A puheparametreiksi on määritelty LPC- ja LTP-parametrit sekä signaalin vahvistus. Liitteen 1 taulukosta voidaan nähdä, että näiden parametrien bittien lukumäärät ovat samat kaikissa koodekkimooodeissa lukuun ottamatta kahta alhaisimman bittinopeuden (6.6 ja 8.85 kbit/s) koodekkimoodia. Täten ylempien koodekkimoodien (12.65 – 23.85) osalta koko puhekehysten bittien lukumää-

| Moodi | Käyttö perustuen alhaisimpaan viinetaan |
|--------------------|---|
| 6,6 Kbit/s | 3 % |
| 8,85 Kbit/s | 2 % |
| 12,65 Kbit/s | 5 % |
| 14,25 Kbit/s | 7 % |
| 15,85 Kbit/s | 10 % |
| 18,25 Kbit/s | 18 % |
| 19,85 Kbit/s | 23 % |
| 23.05/23.85 Kbit/s | 34 % |
| | 100 % |

Taulukko 1.

5 Vaikka testissä käytettävä minuutin mittainen puhejakso onkin valit-
tu täysin satunnaisesti, voidaan taulukosta 1 olennaisesti nähdä, että myös
alhaitimman bittinopeuden koodekkimooeilla saavutetaan paras kooaustu-
los ainakin muutamalle prosentille puhekehyksistä. Lisäksi taulukosta 1 on
nähtävissä selkeä trendi sille, että mitä suurempi bittinopeus on käytössä, sitä
suurempi on myös prosentuaalinen osuus parhaitman kooaustuloksen
10 omaavista puhekehyksistä kuitenkin niin, että suurimmankin bittinopeuden
koodekkimoodin osuus on olennaisesti vain kolmannes. Toisaalta voidaan
myös osoittaa, että koodekkimooeissa käytettävä bittinopeus ja siitä seuraava
lineaaristen ennusteiden jälkeisen herätesignaalin suhteellisten kooausvirhei-
den määrä korreloi vahvasti dekoodatun puheenlaadun kanssa. Erityisesti
15 vaimenevien puhejaksojen aikana voidaan osoittaa kahden alhaitimman bitti-
nopeuden (6.6 ja 8.85 kbit/s) koodekkimoodin riittämätön suorituskyky puheen
laadukkaaseen kooaukseen.

Näitä havaintoja on hyödynnetty keksinnön mukaisessa puhekoo-
dekissa, jonka toimintaa selostetaan seuraavassa viitaten kuvion 2 mukaiseen
20 lohkokaaavioon. Kuviossa 2 kuvataan laajakaistaisen puhekooekin AMR-WB
toiminnallista rakennetta, jossa puhekooekkiin sisääntuleva puhe vieään
ensin puheaktiivisuuden tunnistuslohkoon (VAD) 200. Tässä lohossa sisään-
tulevasta signaalista erotetaan VAD-algoritmin avulla kehykset, jotka käsittävät
puhekomponentteja niistä kehyksistä, jotka käsittävät ainoastaan kohinaa. Pu-
hekomponentteja käsittävälle kehyksille suoritetaan alustava VAD-
25 parametriseointi, kun taas vain kohinaa käsittävät kehykset ohjataan puhekoo-
derin ohi DTX-lohkolle (Discontinuous Transmission) 202, joka kooaa kohinaa
käsittävät kehykset alhaitella bittinopeudella (1.75 kbit/s).

Puhekomponentteja käsittävät puhekehukset viedään puhekooderille 204, joka käsittää sinänsä tunnetut toiminnallisuudet LPC-parametrien (lohko 206), LTP-parametrien (lohko 208) ja signaalin vahvistusta kuvaavien parametrien (lohko 210) laskemiseen. Lisäksi koodekki käsittää puhekoodauksen

5 sovitusalgoritmin 212, joka määrittää sopivimman puhekoodekkimoodin tarvittaessa jokaiselle puhekehyselle erikseen pyrkien hakemaan mahdollisimman alhaisen bittinopeuden koodekkimoodin kuitenkin siten, että puheenlaatu ei olennaisesti huonone. Edelleen koodekki käsittää nopeudenmäärittäsalgoritmin 214, joka valitsee lopullisesti käytettävän koodekkimoodin perustuen toisaalta

10 puhekoodauksen sovitusalgoritmin ehdottamaan koodekkimoodiin ja toisaalta verkon asettamaan kanavan keskimääräiseen bittinopeuteen, joiden välillä nopeudenmäärittäsalgoritmi hakee optimaalista sovitusta siten, että verkon asettamaa kanavan keskimääräistä bittinopeutta ei ylitetä ja samanaikaisesti pyritään minimoimaan puhekoodauksen bittinopeus.

15 Näin kasvatetaan verkon kapasiteettia ja pienennetään keskimääräistä lähetystehoa samalla kuitenkin säilyttäen riittävä puheen laatu dekodatulle puhesignaalille. Puhekoodauksen minimoidusta bittinopeudesta seuraa liikennekanavan keskimääräisen bittinopeuden aleneminen, mistä on erityisesti hyötyä CDMA-pohjaisissa järjestelmissä.

20 Puhekoodauksen sovitusalgoritmin 212 toiminta perustuu puhekooderin 204 muodostamiin, valmiiksi laskettuihin parametriarvoihin, minkä ansiosta sovitusalgoritmi voidaan toteuttaa hyvin yksinkertaisena, mikä ei edullisesti aiheuta merkittävää lisäystä koodausprosessin monimutkaisuuteen. Sovitusalgoritmin toiminta perustuu pääasiassa informaatioon, joka on saatavissa

25 laskettuina parametriarvoina edellä kuvatuista VAD-, LPC- ja LTP-prosesseista. Näin ollen myöskään koodausprosessin tarvitseman muistin määrä ei edullisesti kasva.

Puhekoodauksen sovitusalgoritmi käsittää kaksi erillistä toimintorutiinia, alhaisen moodin valinta 216 ja ylemmän moodin säätö 218. Ensimmäinen toimintorutiini, alhaisen moodin valinta 216, suoritetaan puhekoodekin toiminnallisessa rakenteessa VAD-prosessin 200 jälkeen, mutta ennen LPC-parametrien laskentaa 206. Näin ollen alhaisen moodin valinnassa hyödynnetään lähinnä puhekehysten VAD-parametrisoinnin tuloksia. Alhaisen moodin valinta-algoritmin tarkoituksena on tunnistaa sellaiset puhekehukset, joissa

30 voitaisiin käyttää alhaisen bittinopeuden, joko 6.6 tai 8.85 kbit/s, koodekkimoo-

35 deja ilman, että puheenlaatu kärsii alhaisesta koodausresoluutiosta. Koska

näiden molempien moodien LPC- ja LTP-parametreille käytetään, liitteen 1 mukaisesti, ylemmistä koodekkimoodista poikkeavaa esitysmuotoa, on näiden moodien mahdollisesta käytöstä tehtävä päätös ennen kuin puhekehykselle aletaan määrittää LPC- ja LTP-parametreja. VAD-prosessoinnin tuloksena

5 saadaan puhekehyksiä tai niiden muodostamia jaksoja, joista voidaan määrittää puheessa käytetty taajuuskaista ja energia. Mikäli löytyy puhekehyksiä tai niiden muodostamia jaksoja, joissa puheessa käytetty energia on erittäin pieni, voidaan tällaiset puhekehykset koodata edullisesti alhaisimmalla bittinopeudella 6.6 kbit/s. Jos taas löytyy puhekehyksiä, joissa puheessa käytetty energia

10 on suhteellisen pieni ja käytetyt taajuudet hyvin matalia, voidaan tällaiset puhekehykset koodata hyvin tuloksin bittinopeudella 8.85 kbit/s. Koodekkimoodin valinnassa käytettävät kriteerit ja raja-arvot, esimerkiksi puheen energian suhteen, voidaan edullisesti määrittää puhekoodauksen sovitusalgoritmiin adaptiivisesti siten, että raja-arvojen määrittämisessä huomioidaan kanavan keskimääräinen bittinopeus. Sellaiset puhekehykset, jotka eivät sovi alhaisen moodin

15 valinnan kriteereihin, tulee koodata jollakin ylemmän bittinopeuden koodekilla, jolloin puhekoodauksen sovitusalgoritmissa siirrytään ylemmän moodin säätöön 218.

Ylemmän moodin säädössä pyritään valitsemaan puhekehyksille tai

20 niiden muodostamalle jaksolle ylempien koodekkimoodien (12.65 – 23.85 kbit/s) joukosta mahdollisimman alhaisen bittinopeuden koodekkimoodi ilman, että puheenlaatu heikkenee. Myös ylemmän moodin säädössä koodekkimoodin valinta perustuu ennen kaikkea puheessa käytetyn taajuuskaistan ja energian analysoimiseen. Tämän lisäksi moodin valinnassa hyödynnetään puhekooderissa laskettuja LTP-parametreja ja signaalin vahvistusparametreja. Täl-

25 löin myös koodekkimoodin valinta pystytään edullisesti suorittamaan tarkemman arvion perusteella, koska koodekkimoodin valinnassa voidaan hyödyntää myös puhekoodauksen aikaista informaatiota puhekehuksesta.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisesti puhekoodauksen sovitusalgoritmi luokittelee koodattavat puhesekvenssit puheen ominaisuuksien mukaisesti useaan eri luokkaan, joiden perusteella sopivan koodekkimoodin valinta suoritetaan. Puhesekvenssien luokkien määrittämisessä voidaan käyttää puhekehysistä analysoitua tietoa, kuten spektrisisältöä, eri parametrien vahvistuksia, puhesignaalin nollanylitystaajuutta ja sen keskihajontaa, peräkkäisten puhekehysten keskinäistä korrelaatiota, jne. Luokat voivat

30 olla esimerkiksi matalaenerginen sekvenssi, vaimeneva sekvenssi, soinnillinen

puhesekvenssi ja soinniton puhesekvenssi. Tällöin esimerkiksi matalaenerginen sekvenssi voidaan koodata alhaisen bittinopeuden koodekkimoodilla ilman, että puheenlaatu huononee. Toisaalta esimerkiksi vaimenevan sekvenssin puheenlaatu huononee hyvin nopeasti, jos käytetään alhaisen bittinopeuden koodekkimoodia, joten vaimenevalle sekvenssille tulee käyttää jotakin ylempää koodekkimoodia. Soinnillisten ja soinnittomien puhesekvenssien koodaaminen riippuu taas olennaisesti puheessa käytetyistä taajuuksista. Esimerkiksi matalalla taajuudella olevat soinnilliset sekvenssit voidaan koodata hyvin tuloksin alhaisellakin bittinopeudella, kun taas kohinaa muistuttavat soinnittomat sekvenssit edellyttävät suurta bittinopeutta. Alan ammattimiehelle on selvää, että puhesekvenssien ominaisuuksia voidaan luokitella myös monien muiden kriteerien perusteella ja muodostettavat luokat voivat täten poiketa edellä mainituista.

Kuten edellä on selostettu, AMR-koodekkia käyttävässä matkaviestimessä tulee olla käytössä kaikki koodekkimoodit. Verkko voi kuitenkin tukea mitä tahansa niiden yhdistelmää. AMR:ää käytettäessä koodekkimoodin valinta suoritetaan aktiivisesta koodekkimoodijoukosta (ACS, Active Codec Set), joka joukko voi käsittää 1 – 4 AMR-koodekkimoodia. Tämä joukko voidaan määrittää uudelleen puhelunmuodostusvaiheessa, handover-tilanteessa tai RATSCCH-signaloinnin avulla. Aktiivinen koodekkimoodijoukko voi siis vaihtua siirryttäessä solusta toiseen. Edelleen verkko-operaattori saattaa esimerkiksi asettaa tiettyjen solujen aktiivisen koodekkimoodijoukon ruuhka-aikoina sellaiseksi, että käytössä on ainoastaan alemman bittinopeuden koodekkimoo-deja, mikä kasvattaa radioverkon kapasiteettia. Vastaavasti aktiivinen koodekkimoodijoukko voidaan muuttaa ruuhka-aikojen ulkopuolella sellaiseksi, että samoissa soluissa tuetaan myös suuremman bittinopeuden koodekkimoo-deja. Lisäksi on huomattava, että mikäli piirikytkentäisellä puheluyhteydellä käytetään tandem-koodauksen estoa (TFO, Tandem-Free Operation) tai transkooderitonta yhteyttä (TrFO, Transcoder-Free Operation), on puheluyhteyden molempien päiden verkkoasetukset aktiivisen koodekkimoodijoukon suhteen otettava huomioon.

Nämä verkon asettamat rajoitukset käytössä olevista koodekkimoo-deista on luonnollisesti otettava huomioon myös puhekoodauksen sovitusalgoritmissa 212 ja erityisesti nopeudenmääritysalgoritmissa 214. Matkaviestimen puhekoodekille välitetään verkosta tieto tukiaseman kulloinkin tukemasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta. Lisäksi verkosta välitetään nopeudenmääri-

tysalgoritmilte 214 liikennekanavan laatua kuvaava keskimääräinen bittinopeus kanavalla, jonka suhteen nopeudenmääritysalgoritmi pyrkii valitsemaan sopivan puhekoodekkimoodin käyttöön, ottaen huomioon sovitusalgoritmin määrittämät sopivimmat koodekkimoodit. Koska aktiivinen koodekkimoodijoukko voi

5 muuttua myös puheluyhteyden aikana, tulee nopeudenmääritysalgoritmin olla adaptiivinen siten, että käytettävä koodekkimoodi valitaan muutoksen jälkeisestä uudesta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta. Lisäksi koska puheen tehotaaso ja taustakohina vaihtelevat ajan funktiona, tulee myös nämä muutokset ottaa huomioon sovitettaessa koodekkimoodia kanavan keskimääräiseen bittinopeuteen.

Liikennekanavan keskimääräinen bittinopeus voi myös muuttua ajan funktiona esimerkiksi silloin, kun päätelaite liikkuu verkon alueella ruuhkaisemmalle kuuluvuusalueelle. Tällöin verkko pyrkii sovittamaan kapasiteettia, minkä seurauksena liikennekanavan keskimääräinen bittinopeus tyypillisesti

15 laskee, jolloin myös puhekoodauksen bittinopeus tulee sovittaa liikennekanavan uuteen bittinopeuteen. Puhekoodauksen bittinopeuden laskemisesta seuraa usein alhaisimman saavutettavissa olevan residuaalivirhetason nouseminen, ts. kanavan keskimääräisen bittinopeuden laskemisesta seuraa tyypillisesti myös parhaan mahdollisen koodaustuloksen heikkeneminen. Täten liikennekanavan keskimääräinen bittinopeus on dynaamisesti muuttuva suure, jonka kulloisenkin arvon suhteen koodauksen residuaalivirhetaso pyritään olennaisesti minimoimaan. Vastaavasti taas alhaisin saavutettavissa oleva residuaalivirhetaso ohjaa koodekkimoodin valintaa. Näin ollen myös nopeudenmääritysalgoritmin koodekkimoodin valintaa ohjaavien kriteerien ja raja-arvojen

20 tulee myös olla adaptiivisia.

Puhekoodauksen sovitusalgoritmissa otetaan myös edullisesti huomioon kulloinkin käytössä oleva aktiivinen koodekkimoodijoukko siten, että molemmissa toimintorutiineissa, alhaisen moodin valinnassa 216 ja ylemmän moodin säädössä 218, otetaan huomioon aktiivisessa koodekkimoodijoukossa

30 määritetyt kummankin toimintorutiinin piiriin kuuluvat koodekkimoodit. Näin ollen esimerkiksi alhaisen moodin valinnassa tarkistetaan ensin, kuuluuko aktiiviseen koodekkimoodijoukkoon jompikumpi alhaisimman bittinopeuden (6.6 tai 8.85 kbit/s) koodekkimoodista. Jos kumpaakaan näistä koodekkimoodista ei ole määritetty aktiiviseen koodekkimoodijoukkoon, sovitusalgoritmi jättää alhaisen moodin valinnan toimintorutiinin suorittamatta ja siirtyy suoraan ylemmän moodin säätöön. Vastaavasti taas, jos aktiiviseen koodekkimoodi-

35

joukkoon ei ole määritelty yhtään tai vain yksi ylemmän bittinopeuden (12.65 – 23.85 kbit/s) koodekkimoodi, jätetään ylemmän moodin säädön toimintorutiini suorittamatta. Näin tapahtuu luonnollisesti myös silloin, kun alhaisen moodin valinnassa on jo valittu jompi kumpi alhaisen bittinopeuden (6.6 tai 8.85 kbit/s) koodekkimooodeista.

Kuviossa 3 nähdään eräs esimerkki puhekoodauksen sovituksesta tilanteessa, jossa aktiivinen koodekkimoodijoukko käsittää kolme koodekkimoodia, 6.6, 12.65 ja 23.05 kbit/s. Kuviossa 3 esitetään ajan funktiona puhejakson "palannut" energia sekä puhejakson koodaamiseen käytetyt koodekkimoodit. Kuten kuviosta 3 nähdään, puhejakson alussa koodekkimoodit vaihtelevat 23.05 ja 12.65 kbit/s välillä. Puhejakson loppu käsittää pitkän matalaenergisen puhesignaalin, jonka koodaaminen alhaisen bittinopeuden (6.6 kbit/s) koodekkimoodilla saa aikaan huomattavasti pienemmän keskimääräisen bittinopeuden verrattuna tunnetun tekniikan mukaiseen puhekoodaukseen, jossa koodekkimoodi valitaan kanavaolosuhteiden mukaisesti ja kuvion 3 mukainen puhejakso todennäköisesti koodattaisiin yhdellä koodekkimoodilla. DTX-moodin käyttäminen matalaenergisten puhesignaalien koodaamiseen ei ole suotavaa, koska se aiheuttaa puhesignaalin kuuluvia katkoja.

Kuviossa 3 esitetyn puhejakson pituus on vajaa sekunti. Kuten edellä on selostettu, voidaan jokainen 20 ms puhekehys tarvittaessa koodata eri koodekkimoodilla, joten pienetkin muutokset puhesignaalin tasossa voidaan ottaa huomioon koodekkimoodin valinnassa. Kaikkia aktiiviseen koodekkimoodijoukkoon kuuluvia koodekkimooodeja voidaan vaihdella ilman L3-tason signaalointia, mikä mahdollistaa nopean siirtymisen moodien välillä puhesignaalin muuttuessa.

Edellä kuvatut keksinnön mukaiset toimenpiteet liittyvät ainoastaan puheen koodausprosessiin, jossa toteutetaan sinänsä tunnetulla tavalla dekodattavissa olevia vaiheita uudella tavalla. Näin ollen keksinnön mukaisella menettelyllä ei edullisesti ole mitään vaikutusta dekooderin toimintaan sinänsä, vaan tunnetun tekniikan mukaisella AMR-dekooderilla voidaan edullisesti dekodata edellä kuvatulla menettelyllä koodattu puhe.

On huomattava, että edellä esitetyn puhekoodekin ja siihen kuuluvien toiminnallisten vaiheiden, kuten puhekoodauksen sovitusalgoritmin ja nopeudenmäärittämisalgoritmin keksinnön mukaiset toiminnalliset elementit voidaan toteuttaa edullisesti ohjelmistona, kovo-ratkaisuna tai näiden kahden yhdistelmänä. Keksinnön mukainen puhekoodaus soveltuu erityisen hyvin toteutetta-

vaksi tietokoneohjelmistona, joka käsittää tietokoneen luettavassa muodossa olevat käskyt esimerkiksi digitaalisen signaalinkäsittelyprosessorin DSP ohjaamiseksi ja keksinnön toiminnallisten askelien suorittamiseksi. Puhekoodaus voidaan edullisesti toteuttaa tallennusvälineelle tallennettuna ohjelmistokoodina, joka voidaan suorittaa tietokoneen kaltaisella laitteella, kuten esimerkiksi henkilökohtaisella tietokoneella (PC) tai matkaviestimellä, puhekoodaustoiminnallisuuden aikaansaamiseksi kyseisellä laitteella. Edelleen keksinnön mukaiset puhekoodaustoiminnallisuudet voidaan ladata tietokoneen kaltaiseen laitteeseen ohjelmistopäivityksenä, jolloin keksinnön mukaiset toiminnallisuudet voidaan aikaansaada jo tunnetuissa laitteissa.

Liitteessä 2 esitetään yksinkertaistettu esimerkki puhekoodauksen sovitusalgoritmin toteutuksesta ohjelmallisen pseudokoodin avulla. Algoritmi toimii jokaiselle puhekehykselle. Algoritmin alussa määritellään aktiivinen koodi moodijoukko (`active_speech_mode_set`) ja siihen kuuluvat kolme erinopeuksista koodi moodia (`low_mode`, `middle_mode`, `high_mode`). Tässä yksinkertaistetussa esimerkissä ei havainnollisuuden vuoksi käytetä moodin valinnassa LPC- tai LTP-parametreja, vaan moodin valinta suoritetaan yksinkertaistettusti puheen tehotason ja taustakohinan sekä kiinteän koodikirjan vahvistuksen avulla. Näiden parametrien perusteella määritellään tietyt raja-arvot (`low_gain_threshold`, `high_gain_threshold`), joita edelleen hyödynnetään moodin valinnassa. Suurimman bittinopeuden koodi moodia (`high_mode`) käytetään vaimenevien, soinnittomien ja joidenkin soinnillisten puhejaksojen koodaamiseen. Alhaisimman bittinopeuden koodi moodia (`low_mode`) käytetään matalaenergisten puhejaksojen koodaamiseen. Ne puhejaksot, jotka eivät sovi edellä mainittuihin kriteereihin, koodataan keskimmaisella koodi moodilla (`middle_mode`).

Alan ammattimiehelle on ilmeistä, että tekniikan kehittyessä keksinnön perusidea voidaan toteuttaa lukuisilla tavoilla. Näin ollen keksintö ja sen suoritustavat eivät ole rajoittuneet edellä kuvattuihin esimerkkeihin, vaan ne voivat vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä vaihtuvanopeuksisen puhekoodauksen suorittamiseksi puhekoodekissa, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimoodejia, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, jossa menetelmässä

vastaanotetaan tietoliikenneverkosta tieto tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta;

aktivoidaan ne puhekoodekin tukemat puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, t u n n e t t u siitä, että

koodataan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoiduilla puhekoodekkimoodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehyksille sovitetaan olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

vasteena sille, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet, kapasiteetti ja/tai aktiivinen koodekkimoodijoukko muuttuvat, sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot vastaamaan uusia tietoliikenneverkon kanavaolosuhteita, kapasiteettia ja/tai aktiivista koodekkimoodijoukkoa.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikennekanavalla kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

suoritetaan puhekehykselle ainakin osa puhekoodauksen aliprosesseista; ja

sovitetaan jokaiselle puhekehykselle puhekoodekkimoodi perustuen mainituista aliprosesseista saataviin parametriarvoihin.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

puhekodeaus suoritetaan ACELP-koodauksena, jolloin mainitut ali-prosessit käsittävät ainakin jonkin seuraavista:

- 5 - VAD-parametrisointiprosessi
- LPC-parametrisointiprosessi
- LTP-parametrisointiprosessi
- signaalin vahvistuksen parametrisointiprosessi.

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, 10 että

suoritetaan puhekoodekkimoodin määrittäminen kaksivaiheisesti siten, että

15 sovitetaan puhekehykselle alhaisen bittinopeuden puhekoodekkimoodi vasteena sille, että VAD-parametrisointiprosessin tuloksena saatavat parametriarvot osoittavat puhekehyksen käsittävän matalaenergistä puhesignaalia; ja

 sovitetaan puhekehykselle suuremman bittinopeuden puhekoodekkimoodi perustuen useisiin mainituista parametriarvoista vasteena sille, että puhekehykselle ei sovitettu alhaisen bittinopeuden puhekoodekkimoodia.

20 7. Jonkin patenttivaatimuksen 4 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että

 luokitellaan koodattavat puhekehykset useaan eri luokkaan perustuen puhekehyksistä analysoituun informaatioon, joka käsittää ainakin jotakin seuraavista: puhekehyksen spektri, puhekehyksen eri parametrien vahvistukset, puhesignaalin nollanylitystaajuus; ja 25

 sovitetaan puhekehykselle puhekoodekkimoodi perustuen puhekehykselle määritettyyn luokkaan.

8. Vaihtuvanopeuksinen puhekoodekki, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimoodia, ja jonka puhekoodekin koodaama 30 puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka puhekoodekki on järjestetty

 vastaanottamaan tietoliikenneverkosta tiedon tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta;

 aktivoimaan ne puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, t u n n e t t u siitä, että 35 puhekoodekki on lisäksi järjestetty

koodaamaan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoituilla puhekoodekkimoodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehyksille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioi-

5 den koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen puhekoodekki, t u n n e t t u siitä, että puhekoodekki käsittää

välineet puhekoodekkimoodin määrittämiseksi (212) puhekehykselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että määritetään olennaisesti

10 ti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi, joka samalla olennaisesti minimoi koodauksen residuaalivirhetason, ja

välineet puhekoodekkimoodin valitsemiseksi (214) puhekehykselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan

15 koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikennekanavalla kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen puhekoodekki, t u n n e t t u siitä, että vasteena sille, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet, kapasiteetti ja/tai aktiivinen koodekkimoodijoukko muuttuvat,

20 mainitut välineet puhekoodekkimoodin määrittämiseksi (212) ja välineet puhekoodekkimoodin valitsemiseksi (214) on järjestetty sovittamaan puhekoodekkimoodin valinnassa käytettävät parametrit ja niiden raja-arvot vastaamaan uusia tietoliikenneverkon kanavaolosuhteita, kapasiteettia ja/tai aktiivista koodekkimoodijoukkoa.

25 11. Jonkin patenttivaatimuksen 8 – 10 mukainen puhekoodekki, t u n n e t t u siitä, että puhekoodekki on järjestetty

suorittamaan puhekehykselle ainakin osan puhekoodauksen aliprosesseista; ja

30 sovittamaan jokaiselle puhekehykselle puhekoodekkimoodin perustuen mainituista aliprosesseista saataviin parametriarvoihin.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen puhekoodekki, t u n n e t t u siitä, että

puhekoodaus on järjestetty suoritettavaksi ACELP-koodauksena, jolloin puhekoodekki käsittää ainakin jonkin seuraavista:

- 35
- välineet VAD-parametrisointiprosessin suorittamiseksi (200);
 - välineet LPC-parametrisointiprosessin suorittamiseksi (206);

- välineet LTP-parametrisointiprosessin suorittamiseksi (208)
- välineet signaalin vahvistuksen parametrisointiprosessin suorittamiseksi (210).

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen puhekoodekki, t u n n e t t u
5 siitä, että

puhekoodekki on järjestetty suorittamaan puhekoodekkimoodin määrittäminen (212) kaksivaiheisesti, jolloin puhekoodekki käsittää

välineet alhaisen bittinopeuden puhekoodekkimoodin sovittamiseksi (216) puhekehykselle vasteena sille, että VAD-parametrisointiprosessin tuloksena saatavat parametriarvot osoittavat puhekehyksen käsittävän matalaenergistä puhesignaalia; ja

välineet suuremman bittinopeuden puhekoodekkimoodin sovittamiseksi (218) puhekehykselle perustuen useisiin mainituista parametriarvoista vasteena sille, että puhekehykselle ei ole järjestetty sovitettavaksi alhaisen bittinopeuden puhekoodekkimoodia.

14. Matkaviestin, joka käsittää vaihtuvanopeuksisen puhekoodekin, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimooodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka puhekoodekki on järjestetty

20 vastaanottamaan tietoliikenneverkosta tiedon tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta;

aktivoimaan ne puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, t u n n e t t u siitä, että puhekoodekki on lisäksi järjestetty

25 koodaamaan puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit mainituilla aktivoituilla puhekoodekkimooodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehyksille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioon ottaen koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

30 15. Tietokoneohjelma, joka prosessoriin ladattuna on järjestetty toteuttamaan vaihtuvanopeuksisen puhekoodekin toiminnallisuuksia, joka puhekoodekki käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimooodeja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa, joka tietokoneohjelma käsittää

35 ohjelmallisen koodin tiedon vastaanottamiseksi tietoliikenneverkosta, joka tieto määrittää tuettavan aktiivisen koodekkimoodijoukon;

ohjelmallisen koodin niiden puhekoodekkimoodien aktivoimiseksi, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, t u n n e t t u siitä, että tietokoneohjelma käsittää lisäksi

ohjelmallisen koodin puhekoodekkiin syötettävien puhesignaalien
5 koodaamiseksi mainituilla aktivoiduilla puhekoodekkimooodeilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehyksille on järjestetty sovitettavaksi olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioiden koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

10 16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen tietokoneohjelma, t u n n e t t u siitä, että tietokoneohjelma käsittää

ohjelmallisen koodin puhekoodekkimoodin määrittämiseksi (212) puhekehykselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että määritetään olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi, joka
15 samalla olennaisesti minimoi koodauksen residuaalivirhetason, ja

ohjelmallisen koodin puhekoodekkimoodin valitsemiseksi (214) puhekehykselle aktivoitujen puhekoodekkimoodien joukosta siten, että sovitetaan puhekoodekkimoodin valinnassa tavoiteltava koodauksen residuaalivirhetaso ja valittavan koodekkimoodin bittinopeus tietoliikenneverkon liikennekanavalla
20 kulloinkin käytettävissä olevaan keskimääräiseen bittinopeuteen.

(57) Tiivistelmä

Menetelmä ja puhekoodekki vaihtuvanopeuksisen puhekoodauksen suorittamiseksi puhekoodekissa, joka käsittää useita eri bittinopeuksilla toimivia puhekoodekkimoodoja, ja jonka puhekoodekin koodaama puhe on järjestetty välitettäväksi tietoliikenneverkossa. Tietoliikenneverkosta vastaanotetaan tieto tuettavasta aktiivisesta koodekkimoodijoukosta, johon vasteena ne puhekoodekin tukemat puhekoodekkimoodit, jotka vastaavat tietoliikenneverkossa määritettyä aktiivista koodekkimoodijoukkoa, aktivoidaan. Tämän jälkeen puhekoodekkiin syötettävät puhesignaalit koodataan aktivoiduilla puhekoodekkimoodoilla siten, että puhesignaalien käsittämille puhekehyksille sovitetaan olennaisesti pienimmän bittinopeuden puhekoodekkimoodi siten, että tietoliikenneverkon kanavaolosuhteet huomioon ottaen koodauksen residuaalivirhetaso samalla olennaisesti minimoidaan.

(Fig. 2)

Liite 1:

| Mode | Parameter | 1st subframe | 2nd subframe | 3rd subframe | 4th subframe | total per frame |
|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| 23.85 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | LTP-filtering | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Pitch delay | 9 | 6 | 9 | 6 | 30 |
| | Algebraic code | 88 | 88 | 88 | 88 | 352 |
| | Codebook gain | 7 | 7 | 7 | 7 | 28 |
| | HB-energy | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| | Total | | | | | 477 |
| 23.05 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | LTP-filtering | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Pitch delay | 9 | 6 | 9 | 6 | 30 |
| | Algebraic code | 88 | 88 | 88 | 88 | 352 |
| | Gains | 7 | 7 | 7 | 7 | 28 |
| | Total | | | | | 461 |
| 19.85 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | LTP-filtering | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Pitch delay | 9 | 6 | 9 | 6 | 30 |
| | Algebraic code | 72 | 72 | 72 | 72 | 288 |
| | Codebook gain | 7 | 7 | 7 | 7 | 28 |
| | Total | | | | | 397 |
| 18.25 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | LTP-filtering | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Pitch delay | 9 | 6 | 9 | 6 | 30 |
| | Algebraic code | 64 | 64 | 64 | 64 | 256 |
| | Gains | 7 | 7 | 7 | 7 | 28 |
| | Total | | | | | 365 |
| 15.85 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | LTP-filtering | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Pitch delay | 9 | 6 | 9 | 6 | 30 |
| | Algebraic code | 52 | 52 | 52 | 52 | 208 |
| | Gains | 7 | 7 | 7 | 7 | 28 |
| | Total | | | | | 317 |
| 14.25 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | LTP-filtering | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Pitch delay | 9 | 6 | 9 | 6 | 30 |
| | Algebraic code | 44 | 44 | 44 | 44 | 176 |
| | Gains | 7 | 7 | 7 | 7 | 28 |
| | Total | | | | | 285 |
| 12.65 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | LTP-filtering | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Pitch delay | 9 | 6 | 9 | 6 | 30 |
| | Algebraic code | 36 | 36 | 36 | 36 | 144 |
| | Gains | 7 | 7 | 7 | 7 | 28 |
| | Total | | | | | 253 |
| 8.85 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 46 |
| | Pitch delay | 8 | 5 | 8 | 5 | 26 |
| | Algebraic code | 20 | 20 | 20 | 20 | 80 |
| | Gains | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| | Total | | | | | 177 |
| 6.60 kbit/s | VAD-flag | | | | | 1 |
| | ISP | | | | | 36 |
| | Pitch delay | 8 | 5 | 5 | 5 | 23 |
| | Algebraic code | 12 | 12 | 12 | 12 | 48 |
| | Gains | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| | Total | | | | | 132 |

Liite 2:

```
ACTIVE_SPEECH_MODE_SET = (LOW_MODE, ..., HIGH_MODE)
NUMBER_OF_ACTIVE_SPEECH_MODES = n
LOW_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET(1)
HIGH_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET(n)
```

```
IF n is even
```

```
    → MIDDLE_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET(n/2)
```

```
IF n is odd
```

```
    → MIDDLE_MODE = ACTIVE_SPEECH_MODE_SET((n+1)/2)
```

```
IF n is 2
```

```
    → MIDDLE_MODE = LOW_MODE
```

```
/* Used thresholds are adaptive based on background noise and speech power level */
```

```
LEVEL_FACTOR = function(speech level)
```

```
NOISE_FACTOR = function(noise level)
```

```
!
```

```
LOW_GAIN_THRESHOLD = function(LEVEL_FACTOR, NOISE_FACTOR, fixed codebook gain,  
ACTIVE_SPEECH_MODE_SET)
```

```
HIGH_GAIN_THRESHOLD = function(LEVEL_FACTOR, NOISE_FACTOR, fixed codebook gain,  
ACTIVE_SPEECH_MODE_SET)
```

```
/* Source adaptation for active speech */
```

```
IF mode is not DTX_MODE
```

```
    /* Low energy sequence */
```

```
    IF last fixed codebook gain is smaller than LOW_GAIN_THRESHOLD
```

```
        → mode is LOW_MODE
```

```
    /* Transient */
```

```
    ELSE IF zero cross variation is NONSTATIONARY
```

```
        → mode is HIGH_MODE
```

```
    /* Voiced with low frequencies */
```

```
    ELSE IF zero cross variation is STATIONARY & last zero cross is LOW
```

```
        → mode = MIDDLE_MODE
```

```
    /* Voiced */
```

```
    ELSE IF (LOW < last zero cross < HIGH)
```

```
        IF last fixed codebook gain is larger than HIGH_GAIN_THRESHOLD
```

```
            mode = HIGH_MODE
```

```
        ELSE
```

```
            mode = MIDDLE_MODE
```

```
    /* Unvoiced */
```

```
    ELSE IF last zero cross is HIGH
```

```
        → mode = HIGH_MODE
```

```
    /* Just code... */
```

```
    ELSE
```

```
mode = MIDDLE_MODE
```

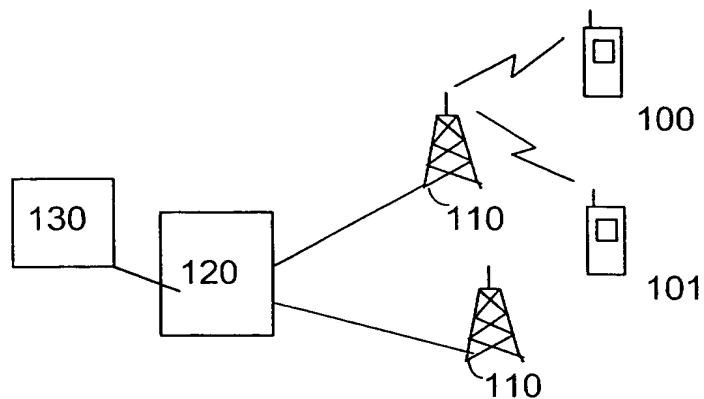



Fig. 1

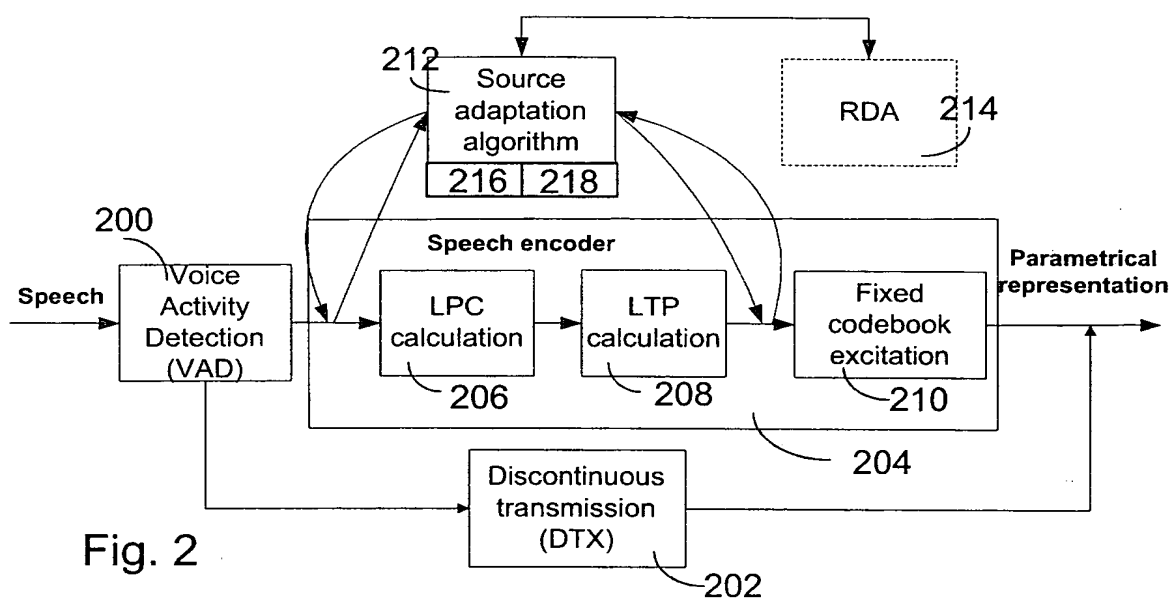


Fig. 2

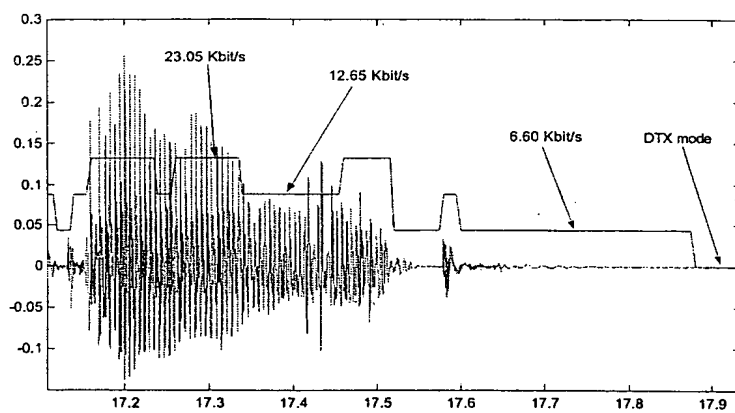


Fig. 3



Creation date: 03-03-2004
Indexing Officer: SASEGED - SEYOUM ASEGED
Team: OIPEScanning
Dossier: 10628294

Legal Date: 02-25-2004

| No. | Dccode | Number of pages |
|-----|--------|-----------------|
| 1 | PEFR | 7 |
| 2 | LET. | 1 |
| 3 | DRW | 17 |
| 4 | OATH | 3 |

Total number of pages: 28

Remarks:

Order of re-scan issued on